

10/17/03

PATENT APPLICATION

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of : Karlheinz MAYR and Thilo SCHMIDT  
Serial no. :  
For : PROPORTIONAL PRESSURE CONTROL  
VALVE FOR CONTROLLING THE PRESSURE  
LEVEL IN A HYDRAULIC CIRCUIT  
Docket : ZAHFRI P553US

MAIL STOP PATENT APPLICATION  
The Commissioner for Patents  
P. O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

**SUBMISSION OF CERTIFIED COPY**

Dear Sir:

A claim for priority is hereby made under the provisions of 35 U.S.C. § 119 for the above-identified United States Patent Application based upon Germany Patent Application No. 102 55 414.5 filed November 28, 2002. A certified copy of said Germany application is enclosed herewith.

In the event that there are any fee deficiencies or additional fees are payable, please charge the same or credit any overpayment to our Deposit Account (Account No. 04-0213).

Respectfully submitted,



Michael J. Bujold, Reg. No. 32,018

**Customer No. 020210**

Davis & Bujold, P.L.L.C.

Fourth Floor

500 North Commercial Street

Manchester NH 03101-1151

Telephone 603-624-9220

Facsimile 603-624-9229

E-mail: patent@davisandbujold.com



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung



**Aktenzeichen:** 102 55 414.5

**Anmeldetag:** 28. November 2002

**Anmelder/Inhaber:** ZF Friedrichshafen AG, Friedrichshafen/DE

**Bezeichnung:** Proportional-Druckregelventil zur Regelung  
des Druckniveaus in einem Hydraulikkreis

**IPC:** F 15 B 13/04



**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der  
ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 27. Januar 2003  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**  
Im Auftrag

Faust

Proportional-Druckregelventil zur Regelung  
des Druckniveaus in einem Hydraulikkreis

5 Die vorliegende Erfindung betrifft ein Proportional-Druckregelventil gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

15 Nach dem Stand der Technik wird in einem Getriebe, insbesondere in einem Automatgetriebe für ein Kraftfahrzeug der Druck in einem Hydraulikkreis bedarfsorientiert geregelt. Während für die Schmierölversorgung der Getriebebauteile das Druckniveau im Hydraulikkreis niedrig gehalten werden kann, muss während der Schaltvorgänge der Druck stark angehoben werden, um beispielsweise Schaltelemente schnell befüllen zu können.

20 Für die Regelung des Drucks in Hydraulikkreisen werden üblicherweise Druckregler eingesetzt, welche Nachfolgeschieber zur Kupplungsbetätigung ansteuern. Die Steuerung der Nachfolgeschieber erfolgt innerhalb des Druckreglers mittels eines Proportional-Magneten, welcher unter anderem aus einem Magnetkern, einer Magnetspule und einem Magnetanker besteht. Hierbei wird über den Proportional-Magneten  
25 der Spulenstrom proportional zu der Ausgangsgröße Kraft gesteuert; der Magnetanker und damit der Nachfolgeschieber zur Kupplungssteuerung werden entsprechend dem Spulenstrom gesteuert. Aus den daraus resultierenden charakteristischen Magnetkraft-Strom-Kennlinien des Druckreglers werden in  
30 einer elektrohydraulischen Steuerung von Automatgetrieben die zur Kupplungsanpassung gewünschten Druck-Strom-Kennlinien (p/I-Kennlinien) erzeugt.

Aus der deutschen Patentanmeldung DE 100 34 959 A1 der Anmelderin ist ein Proportional-Druckregelventil bekannt, mit einem Ventiltteil mit Zu- und Ablauföffnungen und wenigstens einem Schließmittel zum Steuern einer Blende sowie  
5 einem Magnetteil mit einem Magnetkern, einer Magnetspule und einem verschiebbar angeordneten Magnetanker. Hierbei wirkt mit dem Anker ein Betätigungselement zusammen, welches das kugelförmige Schließmittel betätigt. Zudem wird der hydraulisch wirkende Querschnitt der Blende im wesentlichen durch die Blendenlänge, den Blendendurchmesser und den Durchmesser des in die Blende eindringenden Teils des Betätigungselementes bestimmt, wobei das Verhältnis von Blendenlänge zu Blendendurchmesser kleiner als 2.0 ist.

15 Ein weiteres Proportional-Druckregelventil ist aus der WO 98/48332 der Anmelderin bekannt. Es weist mindestens zwei Blendenstufen auf, wobei zwei Stufen variabel und unter mechanischer bzw. hydraulischer Einwirkung nach dem Prinzip der hydraulischen Halbbrücke miteinander gekoppelt  
20 sind und als Einlass- und Auslassblende eines Regeldruckraums vorgesehen sind.

Des weiteren ist aus der DE 100 03 896 A1 der Anmelderin ein Druckregler bekannt, der mittels eines feststehenden Proportional-Magneten, einer Magnetspule, eines beweglichen Magnetankers und eines bestimmten Ansteuerungssystems ein nachfolgendes Schieberventil bedarfsmäßig ver-  
25 stellt und damit den Druck im Hydraulikkreis regelt. Die charakteristische Druck-Strom-Kennlinie weist einen von Beginn an kontinuierlich steigenden Verlauf auf. In der  
30 Praxis jedoch ist der Gradient im Anlauf der Druck-Strom-Kennlinie für die Anforderungen im Betrieb sehr groß, so dass die Druck-Strom-Empfindlichkeit der Druckregelung für

die Anforderungen eines Gangwechsels verbesserungswürdig ist. Insbesondere bei einer niedrigen Belastung, d. h. bei geringen Drücken kann eine Verbesserung der Empfindlichkeit eine Steigerung der Schaltqualität bewirken.

5

Um die Schaltqualität zu verbessern, ist im Rahmen der DE 102 44 527 der Anmelderin vorgeschlagen worden, eine lastabhängige Anpassung der p-I-Kennlinie eines Proportional-Druckregelventils durch einen Proportional-Magneten mit zwei unabhängig voneinander ansteuerbaren Spalten zu realisieren. Demnach ist der erste Spalt Teil einer nach dem Stand der Technik bekannten Tauchstufe, die mittels eines induzierten Magnetfeldes angesteuert wird. Dieses Magnetfeld wird durch einen elektrischen Strom in der Magnetspule erzeugt und verläuft über den im Inneren der Magnetspule befindlichen Magnetanker, das Gehäuse und den Magnetkern.

15

Im Rahmen der in der DE 102 44 527 beschriebenen Lösung ist eine axiale Trennung zwischen Magnetanker und Magnetkern mittels einer nichtmagnetischen Antihaftscheibe vorgesehen, derart, dass das Magnetfeld über einen Spalt zum Magnetanker übertreten kann. An dieser Stelle erzeugt das Magnetfeld eine Magnetkraft, die auf den Magnetanker wirkt und diesen entsprechend der Magnetkraft in axialer Richtung bewegt. Auf diese Weise wird durch eine stufenlose elektrische Ansteuerung des Proportional-Magneten, beziehungsweise der Magnetspule eine stufenlose Steuerung des Magnetankers, beziehungsweise eines durch eine Ankerstange mit dem Magnetanker verbundenen Steuerelements ermöglicht. Des weiteren wird zusätzlich über einen zweiten Spalt eine gezielte Magnetfeldschwächung erreicht. Der zweite Spalt wird durch die Verwendung eines Magnetkerns realisiert, welcher aus wenigstens zwei Teilen besteht, wobei ein ers-

20

25

30

ter Teil fest mit dem Gehäuse verbunden und konzentrisch und axial verschiebbar um die mit dem Magnetanker fest verbundene Ankerstange angeordnet ist. Der zweite Teil des Magnetkerns ist coaxial, konzentrisch und axial verschiebbar um die Ankerstange angeordnet und im Gegensatz zum ersten Teil axial beweglich ausgebildet, so dass eine Verstellung des Spaltes zwischen den beiden Magnetkernteilen möglich ist. Dies bedeutet, dass der von der Spaltweite abhängige magnetische Widerstand regelbar ist, so dass der Gradient der p-I-Kennlinie insbesondere bei geringen Stromwerten kleiner als bei vergleichbaren Lösungen, jedoch nicht optimal ist.

Bei sämtlichen Lösungen nach dem Stand der Technik ist der Verlauf der p/I-Kennlinie, insbesondere bei niedrigen Stromwerten relativ steil, so dass beim Schaltkomfort Verbesserungen erzielt werden können.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Proportional-Druckregelventil zur Regelung des Druckniveaus in einem Hydraulikkreis, insbesondere in einem Hydraulikkreis eines Fahrzeuggetriebes, anzugeben, welches den Stand der Technik verbessert. Insbesondere soll die p/I-Kennlinie partiell bei niedrigen Stromwerten eine sehr flache Steigung bzw. eine hohe Druck/Strom Auflösung aufweisen.

Diese Aufgabe wird durch ein Proportional-Druckregelventil mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst. Weitere Ausgestaltungen und Vorteile gehen aus den Unteransprüchen hervor.

Demnach wird ein Proportional-Druckregelventil mit einer Stößelstange als Verbindung zwischen einem im Hydraulikkreis angeordneten Steuerelement und einem Proportional-Magneten vorgeschlagen, welcher ein Gehäuse, einen Magnetkern, einen Magnetanker und eine Magnetspule umfasst, wobei die Magnetspule und der Magnetkern fest mit dem Gehäuse verbunden sind und im Innenraum der Magnetspule der Magnetanker durch eine innerhalb eines grösstmöglichen, magnetisch wirksamen Spaltes zwischen den Stirnseiten des Magnetankers und des Magnetkerns bestehende Magnetkraft axial zwischen zwei Endpositionen hin- und her bewegbar ist, bei dem zumindest ein Teil des Magnetankers entlang der Ankerstange in Abhängigkeit vom Magnetfluss bewegbar angeordnet ist, so dass entweder der vorgenannte Spalt vergrößert wird und/oder ein zusätzlicher zweiter Spalt entsteht.

Im Rahmen einer ersten bevorzugten Ausführungsform weist das erfindungsgemäße Proportional-Druckregelventil einen vorzugsweise durch Federkraft vorgespannten, auf der Ankerstange beweglichen Anker auf, bei dem bei höheren Stromwerten ein zwischen Magnetanker und Magnetkern vorgesehener Spalt entsprechend verringert wird, um bei maximalem Strom denselben Druckwert wie ein Regler nach dem Stand der Technik zu liefern. Dadurch wird erreicht, dass ein weicher Anlauf der p/I-Kennlinie erzielt wird, so dass im Niedrigstrombereich durch den partiell sehr flachen Kennliniengradienten die Druck/Strom-Auflösung gesteigert wird.

Erfindungsgemäß ist eine weitere bevorzugte Ausführungsform vorgesehen, bei der der Magnetanker mindestens zwei Magnetankerteile aufweist, wobei ein erster Teil fest mit der Ankerstange verbunden ist und ein zweiter Teil auf der Ankerstange axial verschiebbar angeordnet ist. Gemäß

der Erfindung sind beide Teile miteinander mittels eines elastischen Elementes, vorzugsweise einer Feder verbunden. Hierbei ist der zweite Teil des Magnetankers gegen die Kraft des elastischen Elementes bzw. der Feder vorgespannt, so dass sich bei einer weiteren Strom- bzw. Magnetflusserhöhung der Ankerteil gegen die Kraft der Feder bewegt, wobei der Spalt zwischen den beiden Ankerteilen verkleinert wird.

Im Rahmen einer weiteren Ausführungsform ist vorgesehen, dass der Anker aus mindestens zwei entlang der Ankerstange bewegbar angeordneten Teilen besteht, wobei ein erster Spalt zwischen dem Magnetkern und einem ersten Ankerteil und ein zweiter Spalt zwischen den Ankerteilen vorgesehen ist. Die Spalte entstehen durch die Verwendung einer Feder bzw. eines elastischen Elementes zwischen den benachbarten Teilen, wobei in diesem Fall vorteilhafterweise Federn mit unterschiedlicher Elastizität verwendet werden, so dass die Größe der Spalte in Abhängigkeit vom Strom feinfühlend geregelt werden kann.

Die Erfindung wird im folgenden anhand der beigefügten Figuren beispielhaft näher erläutert.

Es stellen dar:

Fig. 1 einen Längsschnitt durch ein Proportional-Druckregelventil gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 2 eine schematische Darstellung zweier Ausführungsformen eines Magnetankers eines erfindungsgemäßen Proportional-Druckregelventils;



Fig. 3 eine schematische Darstellung einer weiteren Ausführungsform eines Magnetankers eines erfindungsgemäßen Proportional-Druckregelventils;

5

Fig. 4 eine Darstellung der progressiven p/I-Kennlinie, welche mittels des erfindungsgemäßen Proportional-Druckregelventils erzielbar ist und

Fig. 5 eine Darstellung einer p/I-Kennlinie eines Proportional-Druckregelventils nach dem Stand der Technik.

15 Gemäß Fig. 1 umfasst ein erfindungsgemäßes Proportional-Druckregelventil 1 zur Regelung des Druckniveaus in einem Hydraulikkreis einen Proportional-Magneten mit einem Gehäuse 10, einem Magnetkern 2, einer Magnetspule 4 und einem Magnetanker 3, welcher mit einer Stößelstange 5 verbunden ist, und einer nichtmagnetischen Antihaftscheibe 15, welche an der zum Magnetkern 2 hinzeigenden Stirnseite des Magnetankers 3 vorgesehen ist, wobei die Stößelstange 5 an einem Ende mit einem im Hydraulikkreis angeordneten Steuerelement 13 verbunden ist. Die Magnetspule 4 und der Magnetkern 2 sind fest mit dem Gehäuse 10 verbunden; der Magnetkern 2 weist eine umlaufende Magnetsteuerkante 12 auf, im Innenraum der Magnetspule 4 ist der Magnetanker 3 durch eine innerhalb eines Spaltes 11 zwischen dem Magnetanker 3 und dem Magnetkern 2 bestehende Magnetkraft axial zwischen zwei Endpositionen hin- und her bewegbar, was eine Betätigung des Steuerelementes 13 zur Folge hat. Nachfolgend ist der Spalt 11 als der grösstmögliche, magnetisch wirksame Spalt bzw. Abstand zwischen den gegenüberliegenden Stirn-

20

25

30

seiten des Magnetkerns 2 und des Magnetankers 3 definiert;  
der Abstand zwischen der Antihaftscheibe 15 und dem Magnet-  
kern 2 bleibt aufgrund der nichtmagnetischen Eigenschaften  
der Scheibe 15 unberücksichtigt. Die Stirnseite des Magnet-  
ankers 3, 3' bzw. die Stirnseite der Antihaftscheibe 15  
kann sich in der Endposition, in welcher sich der grösst-  
mögliche, magnetisch wirksame Spalt 11, 14 einstellt, so-  
wohl innerhalb als auch ausserhalb der Magnetsteuerkante 12  
befinden.

Gemäß einer ersten Ausbildung der Erfindung weist der  
Magnetanker 3 mindestens zwei Magnetankerteile 3', 3'' auf,  
wobei ein erster Teil 3' fest mit der Ankerstange 6 verbun-  
den ist und ein zweiter Teil 3'' auf der Ankerstange 6 axi-  
al verschiebbar angeordnet ist.

Gemäß der Erfindung sind beide Teile 3', 3'' mittels  
eines elastischen Elementes, vorzugsweise einer Feder 7  
miteinander verbunden. Hierbei ist der zweite Teil 3'' des  
Magnetankers 3 gegen die Kraft des elastischen Elementes  
bzw. der Feder 7 vorgespannt, so dass sich bei einer weite-  
ren Magnetflusserhöhung der Ankerteil 3'' gegen die Kraft  
der Feder 7 bewegt, wobei der Spalt 8 zwischen den beiden  
Teilen 3', 3'' verkleinert wird bzw. ab einem Schwellenwert  
schließt. Nach dem Schließen des Spaltes 8 bzw. in Abhän-  
gigkeit von der Spaltgröße steigt der Gradient der p/I-  
Kennlinie steil an; bei niedrigen Stromwerten wird aufgrund  
des progressiven sehr flachen Verlaufs der Kennlinie eine  
optimale Auflösung erzielt.

In Fig. 2 sind zwei Ausführungsbeispiele für einen ge-  
teilten Magnetanker 3 eines erfindungsgemäßen Proportional-  
Druckreglers bzw. Proportional-Druckregelventils 1 gezeigt.

Der im linken Teil der Figur gezeigte Magnetanker 3 entspricht dem Magnetanker aus Fig. 1; der rechts abgebildete Magnetanker 3 ist anders aufgeteilt, enthält jedoch ebenfalls einen beweglichen Teil 3'' und einen fest auf der Ankerstange 6 angeordneten Teil 3'. Die Antihaftscheibe, wie oben beschrieben, ist der Einfachheit halber nicht gezeigt.

Gegenstand der Fig. 3 ist eine besonders vorteilhafte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, bei der der Magnetanker 3 als Ganzes in Abhängigkeit vom Magnetfluss entlang der Ankerstange 6 gegen die Kraft eines elastischen Elementes bzw. einer Feder 7 axial verschiebbar angeordnet ist. Hierbei wird die Feder 7, beispielsweise auf einem Ankerstangenbund 9, abgestützt. Auch in diesem Fall wird der Spalt 14, der zwischen den Stirnseiten des Magnetankers 3 und des Magnetkerns 2 entsteht, in Abhängigkeit vom Strom verkleinert aber nicht ganz geschlossen, was in einer im Niedrigstrombereich sehr flachen p/I-Kennlinie resultiert.

Durch die erfindungsgemäße Konzeption kann eine p-I-Kennlinie gemäß Fig. 4 realisiert werden. Diese Kennlinie weist einen progressiven Verlauf mit einer sehr flachen Steigung im Niedrigstrombereich auf. Ein typischer Anlaufstromwert, bei welchem eine erste Druckerhöhung sichtbar wird, liegt für einen erfindungsgemäßen Proportional-Druckregler in der Größenordnung von ca. 170 mA; der Wert kann jedoch in Abhängigkeit von der Federkonstanten und dem erwünschten Kennlinienverlauf variieren.

Beispielhafte Werte für die Steigung der p/I-Kennlinie im Niedrigstrombereich im Intervall  $I_{\min}$  bis 400 mA sind 0 bis 4,0 bar/A; anschließend erhöhen sich die Werte bis zu

16,0 bar/A. Der Unterschied der durch die Erfindung realisierten p/I-Kennlinie nach Fig. 4 zu der entsprechenden Kennlinie eines Druckreglers nach dem Stand der Technik wird durch Vergleich mit der in Fig. 5 dargestellten Kennlinie (Kurve A) nach dem Stand der Technik verdeutlicht. Die Steigung der p/I-Kennlinie nach dem Stand der Technik beträgt über das gesamte Strom-Intervall üblicherweise 3 bis 10 bar/A.

Gemäß der Erfindung können eventuelle Kennlinienabweichungen mittels Bandendekalibrierung oder während des Betriebs durch Adaption kompensiert werden.

Bezugszeichen

	1	Proportional-Druckregelventil
5	2	Magnetkern
	3	Magnetanker
	3'	Magnetankerteil
	3''	Magnetankerteil
	4	Magnetspule
	5	Stößelstange
	6	Ankerstange
	7	Feder
	8	Spalt
	9	Ankerstangenbund
15	10	Gehäuse
	11	Spalt
	12	Magnetsteuerkante
	13	Steuerelement
	14	vergrößerter Spalt
20	15	Antihaftscheibe

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Proportional-Druckregelventil (1) zur Regelung des  
5 Druckniveaus in einem Hydraulikkreis, insbesondere in einem  
Hydraulikkreis eines Fahrzeuggetriebes, mit einer Stößel-  
stange (5) als Verbindung zwischen einem im Hydraulikkreis  
angeordneten Steuerelement (13) und einem in einem Gehäu-  
se (10) befindlichen Proportional-Magneten, welcher einen  
Magnetkern (2), einen Magnetanker (3) und eine Magnetspu-  
le (4) umfasst, wobei die Magnetspule (4) und der Magnet-  
kern (2) fest mit dem Gehäuse (10) verbunden sind und der  
Magnetkern (2) eine Magnetsteuerkante (12) aufweist und der  
Magnetanker (3) durch eine Magnetkraft axial zwischen zwei  
15 Endpositionen hin- und her bewegbar ist, was eine Betäti-  
gung des Steuerelementes (13) zur Folge hat, und wobei ein  
grösstmöglicher, magnetisch wirksamer Spalt (11) zwischen  
den Stirnseiten des Magnetkerns (2) und des Magnetan-  
kers (3) einstellbar ist, dadurch g e k e n n z e i c h -  
20 n e t , dass zumindest ein Teil des Magnetankers (3, 3'')  
relativ zur Ankerstange (6) in Abhängigkeit vom Magnetfluss  
bewegbar angeordnet ist, so dass ein gegenüber dem  
Spalt (11) vergrößerter Spalt (14) und/oder ein zusätzli-  
cher zweiter Spalt (8) entsteht.

2. Proportional-Druckregelventil (1) nach Anspruch 1,  
dadurch g e k e n n z e i c h n e t , dass der Magnet-  
anker (3) in Abhängigkeit vom Magnetfluss entlang der An-  
kerstange (6) axial verschiebbar angeordnet ist, so dass  
30 der Spalt (8) zwischen den Ankerhälften (3', 3'') und/oder  
der Spalt (14) zwischen dem Magnetanker (3) und dem Magnet-  
kern (2) gegen die Kraft eines elastischen Elementes bzw.

einer Feder (7) in Abhängigkeit vom Magnetfluss einstellbar ist.

3. Proportional-Druckregelventil (1) nach Anspruch 2,  
5 dadurch g e k e n n z e i c h n e t , dass die Feder (7) auf einem Ankerstangenbund (9) abgestützt ist.

4. Proportional-Druckregelventil (1) nach einem der  
vorangehenden Ansprüche, dadurch g e k e n n z e i c h -  
n e t , dass der Magnetanker (3) zumindest zwei Teile  
(3', 3'') umfasst, wobei ein erster Teil (3') fest mit  
der Ankerstange (6) verbunden ist und ein zweiter  
Teil (3'') auf der Ankerstange (6) axial verschiebbar ange-  
ordnet ist, so dass ein Spalt (8) zwischen den Teilen (3',  
15 3'') des Magnetankers (3) entsteht, der gegen die Kraft  
eines elastischen Elementes bzw. einer Feder (7) in Abhän-  
gigkeit vom Magnetfluss einstellbar ist.

5. Proportional-Druckregelventil (1) nach einem der  
20 vorangehenden Ansprüche, dadurch g e k e n n z e i c h -  
n e t , dass die p/I-Kennlinie des Proportional-Druck-  
regelventils (1) einen progressiven Verlauf aufweist.

6. Proportional-Druckregelventil (1) nach Anspruch 5,  
25 dadurch g e k e n n z e i c h n e t , dass der Verlauf  
der p/I-Kennlinie eine sehr flache Steigung im Niedrig-  
strombereich und eine steile Steigung im Bereich mittlerer  
und hoher Stromstärke aufweist.

7. Proportional-Druckregelventil (1) nach Anspruch 6,  
dadurch g e k e n n z e i c h n e t , dass die Steigung  
der p/I-Kennlinie in der ersten Hälfte des Gesamtstrom-  
Intervalls ca. 0 bis 4.0 bar/A und in der zweiten Hälfte  
des Gesamtstrom-Intervalls bis zu 16 bar/A beträgt.

5



Zusammenfassung

Proportional-Druckregelventil zur Regelung  
des Druckniveaus in einem Hydraulikkreis

5

Es wird ein Proportional-Druckregelventil (1) zur  
Regelung des Druckniveaus in einem Hydraulikkreis mit einer  
Stößelstange (5) als Verbindung zwischen einem im Hydraulikkreis angeordneten Steuerelement (13) und einem in einem Gehäuse (10) befindlichen Proportional-Magneten, welcher einen Magnetkern (2), einen Magnetanker (3) und eine Magnetspule (4) umfasst, wobei die Magnetspule (4) und der  
Magnetkern (2) fest mit dem Gehäuse (10) verbunden sind und  
der Magnetanker (3) durch eine Magnetkraft axial zwischen  
zwei Endpositionen hin- und her bewegbar ist, vorgeschlagen, bei dem zumindest ein Teil des Magnetankers (3, 3'')  
relativ zur Ankerstange (6) in Abhängigkeit vom Magnetfluss  
bewegbar angeordnet ist, so dass auf diese Weise entweder  
die Spalte (11, 14) vergrößert werden und/oder ein zusätzlicher zweiter Spalt (8) entsteht.

Fig. 1

25

1/4

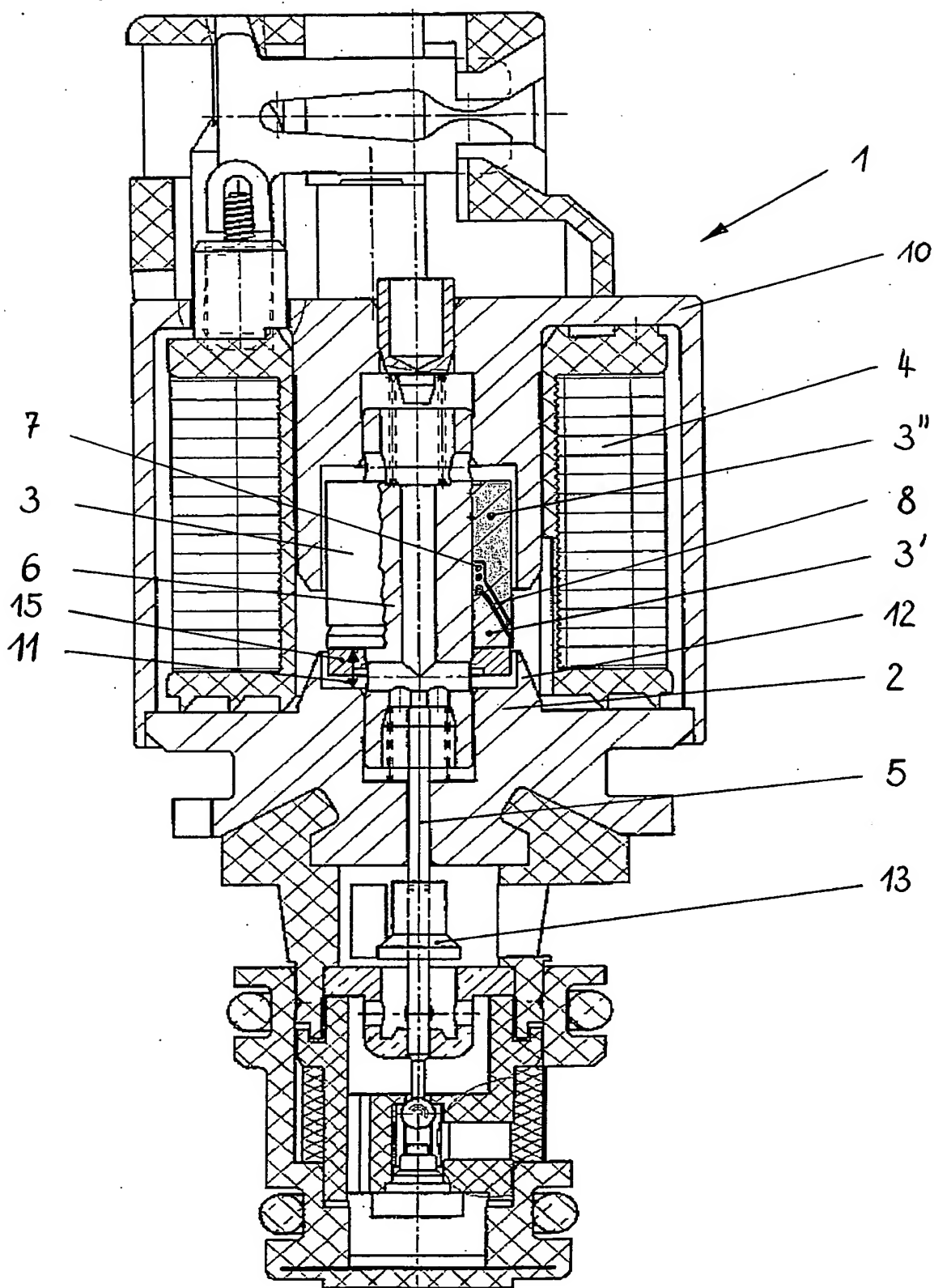


Fig. 1

2 / 4

Fig. 2

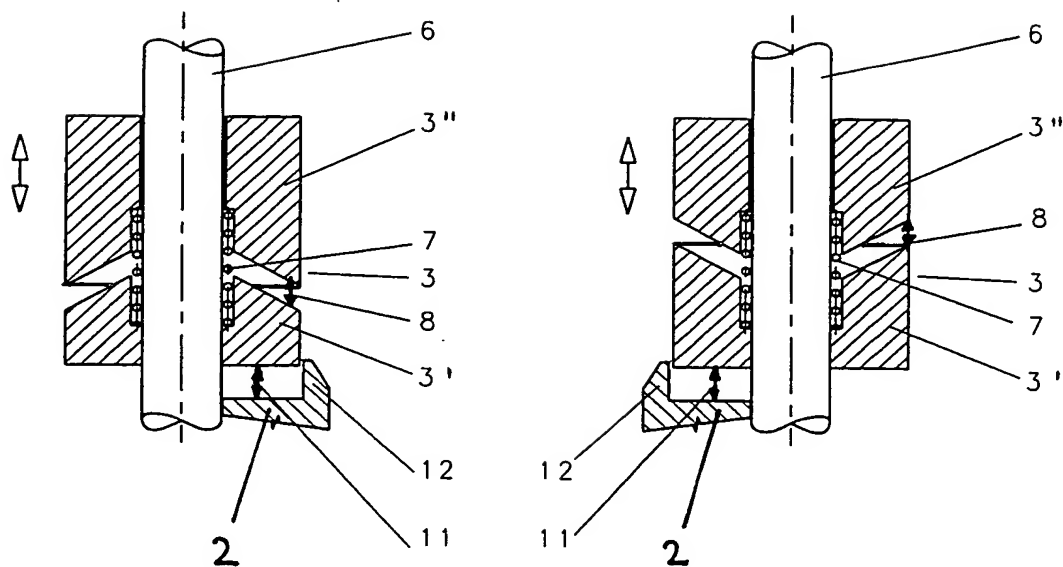
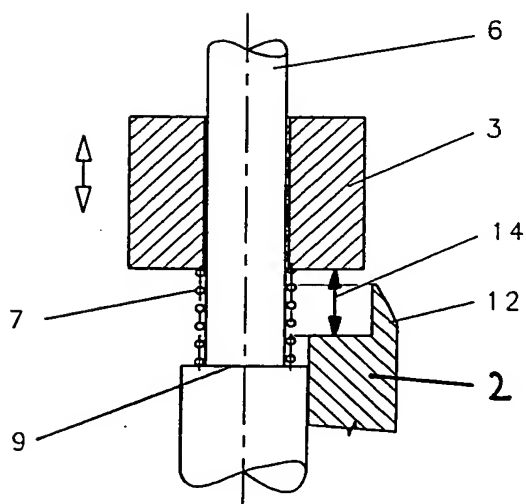


Fig. 3



3 / 4

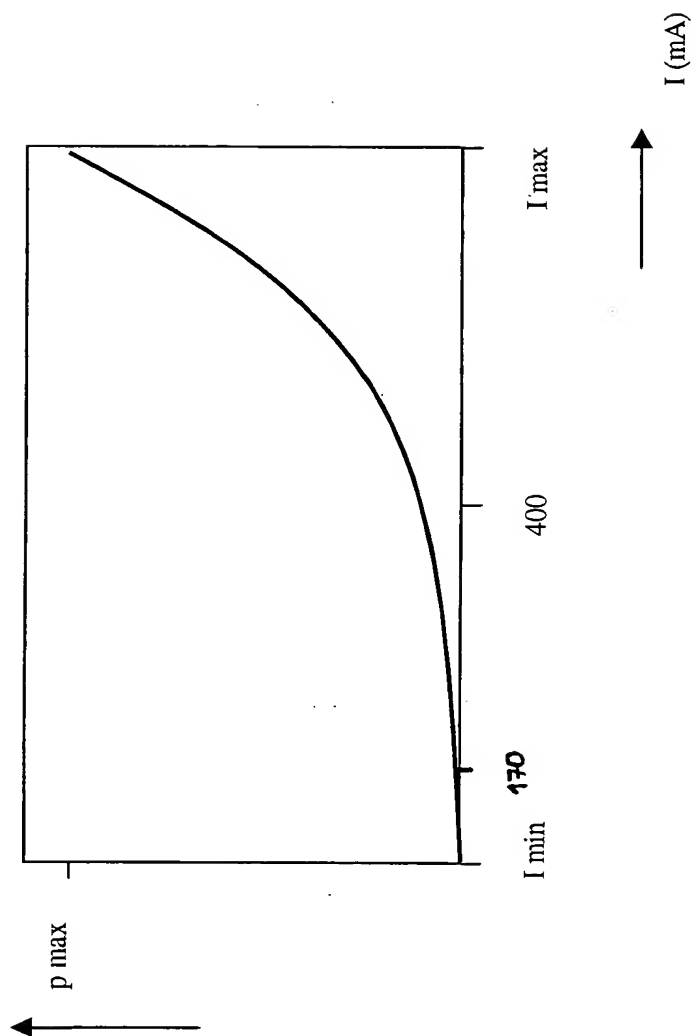


Fig. 4

414

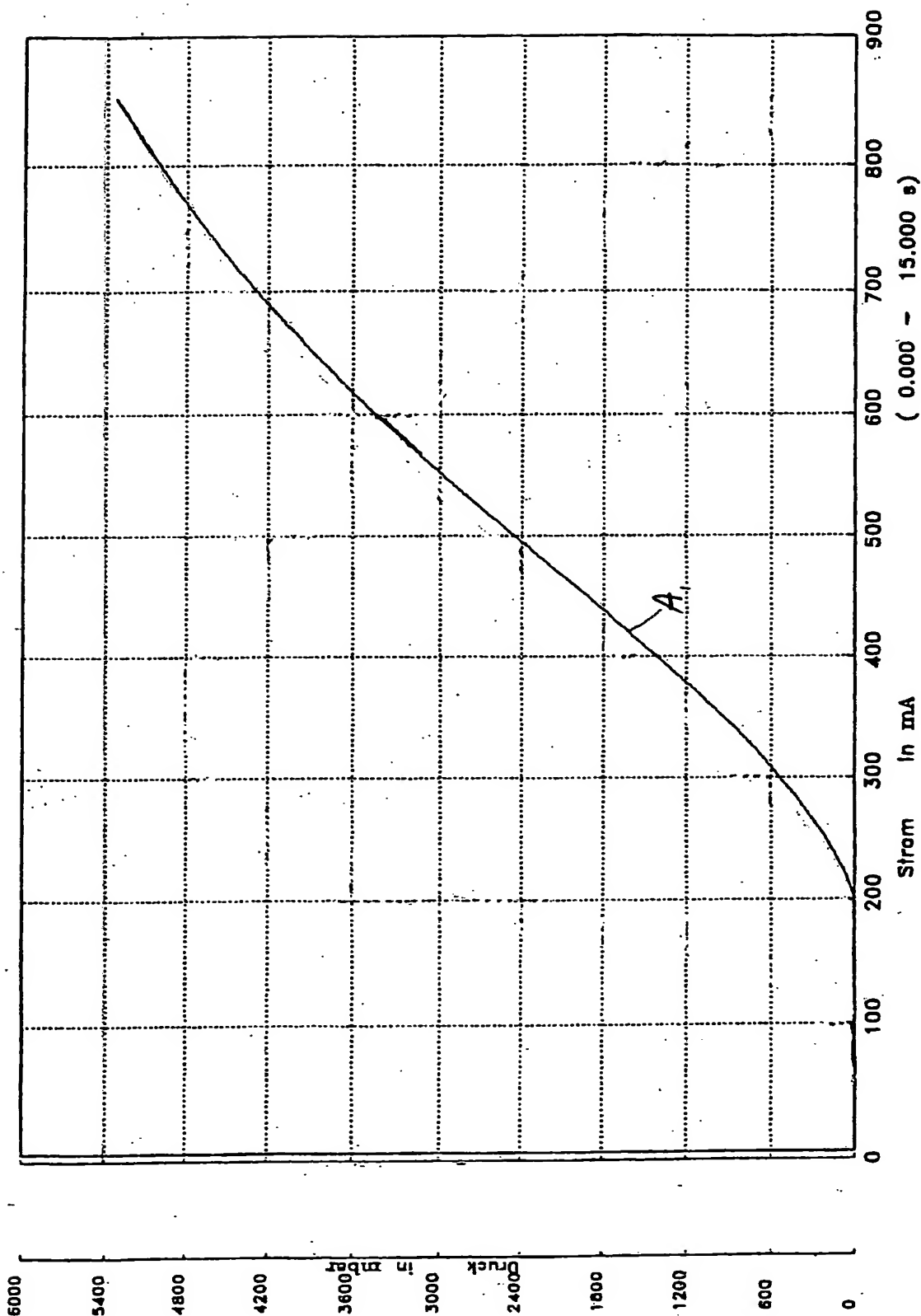


Fig. 5